



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08197202 A**

(43) Date of publication of application: 06 . 08 . 96

(51) Int. Cl

**B22D 11/06**  
**B22D 11/06**  
**B22D 11/124**  
**B22D 11/22**

(21) Application number: **07010143**(71) Applicant: **NIPPON STEEL CORP**(22) Date of filing: **25 . 01 . 95**(72) Inventor: **SATO YUICHI**(54) **METHOD FOR COILING RAPID SOLIDIFIED THIN STRIP**

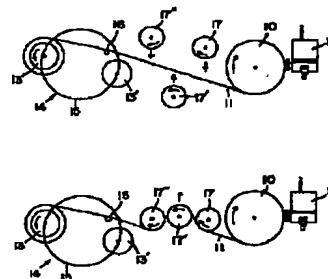
rapid solidified thin strip in the on-line can be eliminated.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To produce a steel strip in high yield by coiling after bringing the rapid solidified strip into contact with the roll surface by a specific distance.

**CONSTITUTION:** The rapid solidified thin strip 11 is obtd. by spouting molten metal or alloy on a cooling roll 10 from a tundish 2 and coiled in on-line. Then, secondary cooling rolls 17, 17', 17'' are arranged between the cooling roll 10 and a coiling roll 13, and the thin strip 11 is brought into contact with the surfaces of the secondary cooling rolls 17, 17', 17'' and cooled. Thereafter, the thin strip is coiled with the coiling roll 13. The thin strip is brought into contact with the circular surfaces of these rolls 17, 17', 17'' by the distance satisfying the inequality 1. In the inequality 1, L is the total contacting distance of the rapid solidified thin strip with the secondary cooling rolls,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_n$  are the contacting distance of the rapid solidified thin strip with the first, second, n-th of the secondary cooling rolls, respectively, (t) is the thickness of the thin strip,  $t_0$  is the thickness (=40 $\mu$ m) of the reference thin strip and is  $\lambda$  thermal conductivity of the secondary cooling roll. By this method, the trouble, such as defective cooling, at the time of coiling the



$$L (=L_1 + L_2 + \dots + L_n) \geq 1.2 \times t / t_0 \times \lambda_0 / \lambda \quad (cm)$$

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-197202

(43) 公開日 平成8年(1996)8月6日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 2 D 11/06	3 9 0			
	3 6 0 B			
11/124	J			
11/22	B			

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平7-10143  
(22) 出願日 平成7年(1995)1月25日

(71) 出願人 000006655  
新日本製鐵株式会社  
東京都千代田区大手町2丁目6番3号  
(72) 発明者 佐藤 有一  
東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新  
日本製鐵株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外2名)

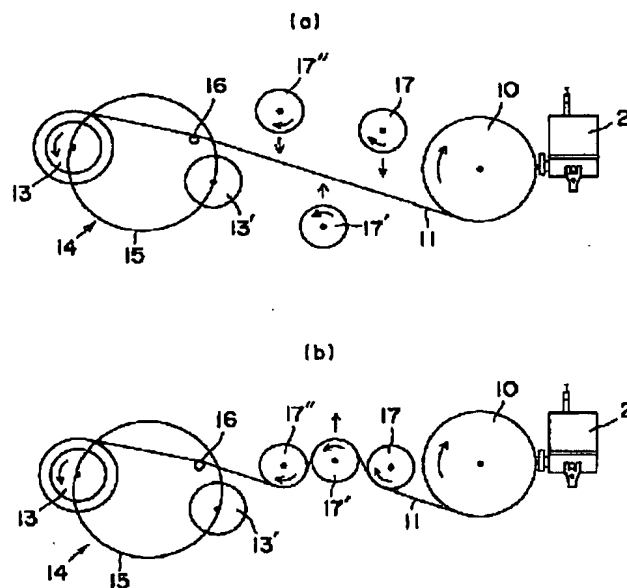
(54) 【発明の名称】 急冷凝固薄帯の巻取り方法

(57) 【要約】

【目的】  $30\mu\text{m}$  を超える厚い薄帯を製造する場合においても、薄帯の特性の劣化を生じさせないような薄帯の巻取り方法を提供する。

【構成】 急冷凝固薄帯をオンラインで巻取る際、冷却基板と巻取り装置間に、少なくとも1個の回転する二次冷却用の金属または合金製ロールを配置し、かつ、急冷凝固薄帯を、前記ロールの円周に、特定式を満足する距離だけ接触させ、その後に急冷凝固薄帯を巻取る。

【効果】 薄帯の巻取り時の冷却不良問題を解消できるようになったことから、薄帯を高歩留で生産することが可能となった。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】移動する冷却基板上に液体状態の金属および合金を噴出して得た急凝固薄帯を、オンラインで巻取る方法において、前記冷却基板と巻取り装置との間に、少なくとも1個の回転する二次冷却用金属または合金製ロールを配置し、かつ、前記急凝固薄帯を、前記ロールの円周表面に、下記の関係式を満足する距離だけ接触させ、その後に前記急凝固薄帯を巻取ることとを特徴とする、急凝固薄帯の巻取り方法。

$$L (=L_1 + L_2 + \dots + L_n) \geq 12 \times t / t_0 \times \lambda, \quad 10$$

$$/ \lambda \quad (\text{cm})$$

ここで、Lは、二次冷却ロールと急凝固薄帯の接触距離の総計

L<sub>1</sub>は、1個目の二次冷却ロールと急凝固薄帯の接触距離

L<sub>2</sub>は、2個目の二次冷却ロールと急凝固薄帯の接触距離

L<sub>n</sub>は、n個目の二次冷却ロールと急凝固薄帯の接触距離

tは、急凝固薄帯の板厚

t<sub>0</sub>は、基準とする急凝固薄帯の板厚 (= 40 μm)

λは、用いる二次冷却ロールの熱伝導率

但し、複数の材質の二次冷却ロールを用いる場合は、最も熱伝導の良い材質の熱伝導率

λ<sub>0</sub>は、純銅の熱伝導率

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、液体状態の金属および合金（以下、「熔融金属」という。）を、移動する冷却基板上で急凝固して、薄い帯状の金属および合金を得る液体急冷法において、急凝固薄帯（以下、「薄帯」という。）を冷却基板から剥離した後にオンラインで巻取る方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】薄帯を製造するための液体急冷法として、1つの高速回転している冷却ロール上に熔融合金を供給して薄帯を得る、いわゆる単ロール法や、1対の高速回転している冷却ロール間に熔融金属を供給して薄帯を得る、双ロール法などがある。

【0003】液体急冷法により薄帯を形成する方法について、図5に示す単ロール急凝固薄帯製造装置を用いる場合を例にして説明する。図5において、熔融金属1は、その湯面レベルが一定になるようにタンディッシュ2に給湯されている。このタンディッシュ2の底壁には羽口レンガ3が設けられており、この羽口レンガ3に中間ノズル4及びノズルホルダー5が連結されている。これらの羽口レンガ3、中間ノズル4及びノズルホルダー5の内部に孔が設けられており、この孔が接続されて溶湯流路6、ノズルホルダー内の拡大内部空間12となる。また、ノズルホルダー5の先端にはノズルチップ7

が取り付けられており、このノズルチップ7の内部に設けたノズルスリット8が溶湯流路6に連通している。

【0004】ノズルホルダー内の拡大空間12、ノズルチップ7およびノズルスリット8については、図6に示す。拡大内部空間とは、広幅の薄帯を得るためにノズルホルダー5内で溶湯流路6を広げた部分をさし、ノズルスリット8とは、ノズルチップ7内に設けた溶湯噴出用の開口をさす。

【0005】ストッパー9を上昇させることによってタンディッシュ2内の熔融金属1は、溶湯流路6を経由してノズルスリット8から冷却ロール10に向けて流出する。このとき、タンディッシュ2内の溶湯静圧に応じて、ノズルスリット8から冷却ロール10に向けて流出する熔融金属の流量が制御される。ノズルスリット8から流出した熔融金属は、冷却ロール10の表面で急速に冷却されて薄帯11となる。なお、図5において、装置全体に関する理解を容易にするため、冷却ロール10はタンディッシュ2の縮尺率よりも大きな縮尺率で描かれている。

20 【0006】これらの液体急冷法により得られる薄帯を、冷却基板から剥離した後にオンラインで巻取る方法として、これまで種々の方法が提案されている。基本的には、巻取りロールを用いて、この巻取りロールの回転によって巻取る方法が採用されている。例えば、磁気を有する薄帯の場合、特開昭57-94453号公報で提案されているように、永久磁石を表面に埋め込んだ巻取りロールを用いて、磁石の力により薄帯を捕まえ、その後巻取りロールの回転によって巻取る方法である。

30 【0007】この巻取り方法は、回転冷却基板上で急凝固後、冷却基板表面に密着しつつ回転する磁性を有する薄帯を、鋭利な高圧ガスのジェットで剥離すると同時に、剥離後の前記薄帯の先端を、前記回転冷却基板と同等以上の周速で回転する表面に磁性を帯びた巻取りロールに磁気吸着した後、連続的に巻取る方法である。そして、前記公報には、巻取りロールとして希土類コバルト磁石といった永久磁石を表面に埋め込んだロールを使用できることが開示されている。

40 【0008】本発明者らは、例えば単ロール法において薄帯を製造する際、得られる薄帯をオンラインで巻取るために、この方法により薄帯の巻取りを試みた。その結果、薄帯の板厚が30 μm以下の場合は巻取り可能であり、品質上の問題もなく、良好な薄帯を得ることができた。

## 【0009】

50 【発明が解決しようとする課題】しかしながら、薄帯の板厚が30 μmを超えるような厚手材となると、巻取りは可能であったものの、得られた薄帯の品質において下記のような問題が発生した。すなわち、磁気的性質や延性などの機械的性質において特性が劣化したのである。これは薄帯の板厚が30 μm以下と小さい場合は、巻き

取った時点での薄帯の温度はおおよそ100℃以下と低い  
のに対して、薄帯の板厚が30μmを超えると巻き取  
った際の薄帯の温度が高くなり、ついには薄帯の特性に影  
響を及ぼすほどになるためである。

【0010】特に、薄帯がアモルファス合金の場合、ア  
モルファス合金の特性は熱に敏感で、高温に晒されると  
結晶化し易くなって特性は劣化する。薄帯の板厚が大き  
くなることにより巻き取られた状態での薄帯の温度が高  
くなるのは、板厚が大きくなることにより高い温度で冷  
却ロールから剥離するようになり、巻取った後ではその  
後の薄帯の冷却がほとんどなされないためである。厚手  
薄帯の巻取りの際に発生する前述のような薄帯の冷却不  
良問題は、表面が磁性を帯びた巻取りロールを用いる方  
法においてのみ発生する問題ではなく、巻取りロールの  
回転によって巻取る如何なる方法においても不変的な問  
題である。

\*

$$L (=L_1 + L_2 + \dots + L_n) \geq 12 \times t / t_0 \times \lambda_0 / \lambda \quad (\text{cm}) \dots (1)$$

ここで、Lは、二次冷却ロールと急凝固薄帯の接触距  
離の総計

L<sub>1</sub>は、1個目の二次冷却ロールと急凝固薄帯の接触  
距離

L<sub>2</sub>は、2個目の二次冷却ロールと急凝固薄帯の接触  
距離

L<sub>n</sub>は、n個目の二次冷却ロールと急凝固薄帯の接触  
距離

tは、急凝固薄帯の板厚

t<sub>0</sub>は、基準とする急凝固薄帯の板厚 (=40μm)

λは、用いる二次冷却ロールの熱伝導率

但し、複数の材質の二次冷却ロールを用いる場合は、最  
も熱伝導の良い材質の熱伝導率

λ<sub>0</sub>は、純銅の熱伝導率

【0013】以下に、本発明を詳細に説明する。まず、  
本発明の巻取り方法について図1に基づいて述べる。溶  
融金属をタンデッシュ2から冷却基板(図1の「冷却ロ  
ール10」に相当する。以下、「冷却ロール」とい  
う。)上に供給して作製した薄帯11を、オンラインで  
巻取る方法において、冷却ロール10と巻取り装置14  
との間に、複数の回転する、例えば、銅や黄銅のように  
熱伝導率の高い金属および合金製の二次冷却ロール17  
を配置し、薄帯がこれらの二次冷却ロール17の表面と  
接触するようにして通過させた後、支持ローラ16を経  
て、巻取りロールにより薄帯11を巻取る。薄帯を量産  
するためには、円盤15を用いてこれを回転させ、薄帯  
11を1個の巻取りリールで巻ききれなくなる場合を想  
定して、予備の巻取りリール13'を冷却ロール側に待  
機させる方式も採用できる。このように薄帯11を、熱  
伝導率の高い金属および合金製の二次冷却ロールの円周  
表面に接触させて通過させることにより、薄帯11の板  
厚が30μm超となっても、これまで発生していた、薄  
帯巻取り時の薄帯の冷却不良問題は解決することが可能

\* 【0011】本発明の目的は、30μmを超える厚い薄  
帯を製造する場合においても、薄帯の特性の劣化を生じ  
させないような薄帯の巻取り方法を提供することにあ  
る。

【0012】

【発明が解決するための手段】本発明は、下記の事項を  
その要旨としている。すなわち、移動する冷却基板上に  
液体状態の金属および合金を噴出して得た急凝固薄帯  
を、オンラインで巻取る方法において、前記冷却基板と  
巻取り装置との間に、少なくとも1個の回転する二次冷  
却用金属または合金製ロールを配置し、かつ、前記急冷  
凝固薄帯を、前記ロールの円周表面に、下記の関係式

(1)を満足する距離だけ接触させ、その後前記急冷  
凝固薄帯を巻取ることを特徴とする、急凝固薄帯の巻  
取り方法。

となった。

【0014】二次冷却ロールと薄帯の接触距離の総計

(L)の範囲は、巻取る薄帯の板厚や二次冷却ロールの  
熱伝導率によって決められるが、前記の(1)式を満足  
する範囲に限定する。すなわち、(1)式の右辺の値  
は、製造する薄帯の板厚と製造に用いる二次冷却ロール  
の材質により決めることができ、この決定された値は、  
薄帯巻取り時の、薄帯の冷却不良問題を抑制するた  
めに、最低限必要な二次冷却ロールと薄帯の接触距離の総  
計である。実際の製造において採用されるべき二次冷却  
ロールと薄帯の接触距離の総計の値は、安全を考慮して  
この値以上とすることが好ましい。ただし、あまり大き  
な値とすると、製造コストや製造スペースなどの点から  
不利になるので、必要以上に大きな値とすることは好ま  
しくない。実際の製造において、採用するのに好ましい  
範囲については、実施例で詳しく述べる。

【0015】次に、二次冷却ロールと薄帯の接触距離の  
総計(L)を、前述のように限定した理由について述べ  
る。本発明者等は、薄帯巻取り時の薄帯の冷却不良問題  
を解消するために、冷却ロールと巻取り装置間に二次冷  
却ロールを、図1に示すように配置し、3個の二次冷却  
ロールの相対位置を変化させることにより、個々の二次  
冷却ロールと薄帯の接触距離を変えて、巻取り実験を行  
った。

【0016】実験条件として、はじめに薄帯の板厚を4  
0μmとし、二次冷却ロールの材質を純銅とした。そし  
て、得られた薄帯の磁気特性(鉄損値)を調べ、個々の  
二次冷却ロールと薄帯の接触距離および3個の二次冷却  
ロールと薄帯の接触距離の総計と、磁気特性との関係に  
ついて整理した。

【0017】その結果、磁気特性は3個の二次冷却ロ  
ールと薄帯の接触距離の総計で一義的に整理でき、この総  
計を12cm以上とすれば、磁気特性における劣化は認め

られず、薄帯巻取り時の薄帯の冷却不良問題を解消することが可能であることがわかった。

【0018】さらに、二次冷却ロール材質を純銅のままとし、薄帯の板厚を変化させて、薄帯巻取り時の薄帯の冷却不良問題を解消できるこの総計の臨界値（以下、「臨界総計値」という。）は、薄帯の板厚の増加に比例して大きくなる。すなわち、任意の板厚（ $t$ ）における臨界総計値は、 $40\mu\text{m}$ の時の臨界総計値に対して板厚の増加分（ $t/t_0$ 。但し、 $t_0$ は基準薄帯板厚の $40\mu\text{m}$ ）を考慮した、 $12 \times t/t_0$ （ $\text{cm}$ ）であることを明らかにした。

【0019】また、薄帯板厚を $40\mu\text{m}$ のままとし、二次冷却ロール材質を6/4黄銅とした場合の、臨界総計値は、二次冷却ロールが純銅の時の臨界総計値に対して熱伝導率の低下分を考慮すればよいことがわかった。すなわち、6/4黄銅と純銅との熱伝導率の比は、0.32であるから、二次冷却ロールとして6/4黄銅を用いた場合、薄帯板厚 $40\mu\text{m}$ での臨界総計値は、 $12 \div 0.32 = 38$ （ $\text{cm}$ ）である。

【0020】二次冷却ロールの材質がその他のものであっても、臨界総計値は原理的には熱伝導率の比で整理できると考えられる。したがって、二次冷却ロールとして用いる材料の熱伝導率（ $\lambda$ ）に対する臨界総計値は、純銅製の二次冷却ロールを用いる場合の臨界総計値に対して、熱伝導率の変化分（ $\lambda_0/\lambda$ 。但し、 $\lambda_0$ は純銅の熱伝導率）を考慮した値、すなわち、 $12 \times \lambda_0/\lambda$ で整理できる。

【0021】以上の実験結果から、薄帯の板厚および二次冷却ロールの材質が変化しても、臨界総計値は、上記（1）式の右辺で整理できると考えられる。従って、二次冷却ロールと薄帯の接触距離の総計（ $L$ ）を、上記（1）式で限定した。

【0022】本発明において、例えば複数の二次冷却ロールを用いる場合、二次冷却ロールと薄帯の接触距離の総計が、（1）式を満足していれば、個々の二次冷却ロール間で薄帯との接触距離が異なっても構わない。また、二次冷却ロールの個数についても特に限定し、二次冷却ロールが複数となった場合、それらの材質がそれぞれ異なっても構わない。

【0023】例えば、図2（a）に二次冷却ロールを2個とした場合を示すが、 $L_1 + L_2$ の値が（1）式を満足していれば、 $L_1$ 、 $L_2$ の個々の値までは規定しない。つまり、図2（a）において、それぞれの二次冷却ロールに位置を相対的に変えることにより、 $L_1$ 、 $L_2$ の値が変化しても、 $L_1 + L_2$ の値が（1）式を満足していればよい。また、図2（b）、（c）、（d）には、それぞれ二次冷却ロールを3個とした場合について示すが、この場合でも二次冷却ロールの径や相対位置が変わっても、 $L_1 + L_2 + L_3$ の値が（1）式を満足していればよい。

【0024】さらに、図2（e）、（f）には、それぞれ二次冷却ロールを5個、7個とした場合について示すが、いずれも二次冷却ロールと薄帯の接触距離の総計が（1）式を満足しておれば、二次冷却ロールの径や相対位置が変わって個々の二次冷却ロールにおける二次冷却ロールと薄帯の接触距離が変化しても構わない。また、図2（f）に示すように、個々のロールをお互いに近づけることにより、個々の二次冷却ロールにおいて、二次冷却ロールと薄帯の接触距離を大きくすることもできる。もちろん、二次冷却ロールの径や個数は、製造コストや製造スペースの点から適切な値とするのが好ましい。

【0025】次に、二次冷却ロールの位置設定の仕方について説明する。図1においては、薄帯が既に二次冷却ロールの表面をうまく接触して、搬送されるようになった状態を示しているが、このような状態にするには、例えば図3に示すようにすればよい。すなわち、図3

（a）には、薄帯の巻取りが安定した状態を示すが、この時点では二次冷却ロール17、17'、17"はそれぞれ初期の位置にある。薄帯の巻取りが安定した直後に、3個の二次冷却ロールをそれぞれ矢印の方向に移動する。3個の二次冷却ロールを移動していくと、図3

（b）に示すように、薄帯は3個の二次冷却ロールに接触するようになる。さらに、中央の二次冷却ロール17'のみを矢印の方向に移動すれば、図1に示すような状態にすることができる。二次冷却ロールの個数がさらに多くなった場合でも、二次冷却ロールの位置設定は同様の要領で行なえばよい。

【0026】従来、図4に示すように、冷却ロール10と巻取装置14の間に、例えば工具鋼製の支持ローラ16を介して薄帯を搬送する方法が、実開平01-038144号公報に開示されている。もちろん、この場合の支持ローラは、薄帯のパスラインを形成するためだったり、搬送の方向を変えるために用いられたのであって、薄帯の二次冷却を目的にしたものではないが、結果的には薄帯の二次冷却の効果につながることも考えられる。

【0027】しかし、薄帯のパスラインを形成するためだったり、搬送の方向を変えるための目的で配置された支持ローラでは、薄帯との接触距離はほんのわずかで、しかも、用いられる材料が薄帯の抜熱を狙ったものではないことから、熱伝導率は小さく、このような支持ローラでは薄帯の二次冷却用としては事実上、作用していなかった。

【0028】本発明の方法に採用される薄帯の巻取り条件として、例えば薄帯先端捕捉時の巻取りロールと冷却ロール間の距離は、衝突しない程度でできるだけ接近させた方がよく、例えば10mm程度以下が好ましい。但し、薄帯の先端を捕捉し、安定して巻取りができるようになったら、少なくともガス噴出用ノズルを配置できるだけのスペースを確保できるよう、巻取りロールを冷却

ロールから遠ざける。

【0029】また、本発明の方法で採用できる巻取りロールは、希土類コバルト磁石やサマリウム-コバルトなどの永久磁石を表面に露呈するように埋め込んだロールである。そのほかに、電磁石方式により表面に磁性が発生するようにしたロールでもよい。

【0030】また、薄帯を形成させる方法として先に単ロール法の場合を述べたが、本発明の方法は、例えば1対の高速回転している冷却ロール間に溶融合金を供給して薄帯を得る双ロール法などのその他の液体急冷法にも適用できる。なお、薄帯を形成させる際の好ましい鑄造条件などについては実施例にて詳しく述べる。

#### 【0031】

【実施例】以下に、本発明を実施例にもとづいてさらに説明する。

#### 実施例1

図4に示す大気中単ロール薄帯製造装置を用いて、7チャージの薄帯製造実験を行った。用いた合金は、 $\text{Fe}-\text{Si}_{6.5}-\text{B}_{12}-\text{C}_1$ アモルファス合金であった。鑄造に用いた熔融試料噴出用ノズルチップのノズル開口形状は、 $1\text{mm} \times 150\text{mm}$ のスリットを、鑄造方向に2mmの間隔をおいて2個平行に並べた形状とした。また、高周波誘導方式で溶解した上記合金の熔融試料の流量を $50\text{kg}/\text{分}$ とし、銅からなる冷却ロールの周面に吹き付けて薄帯とした。薄帯の板厚は、所定の値になるよう各チャージごとに、冷却ロールの表面速度により制御した。

【0032】冷却ロールと巻取り装置の間に、直径15cmの3個のロールを、二次冷却ロールとして準備した。二次冷却ロールは、3個とも純銅製であった。鑄造を開始し、薄帯の先端を巻取りロールに捕捉した直後に、3個の二次冷却ロールの表面速度を、冷却ロールの表面速度と同じに設定し、図3(a)に示した要領で、個々の二次冷却ロールを移動した。そして、 $17^\circ$ 、 $17'$ 、 $17''$ の二次冷却ロールが薄帯と接触する距離、すなわち $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ が所定の値になるように、個々の二次

\* 冷却ロールの位置を設定して、薄帯の巻取りを継続した。二次冷却ロールと薄帯の接触距離は、薄帯巻取り中に個々の二次冷却ロールについて高速カメラで撮影した写真から求めた。

【0033】用いた巻取りロールは、表面に $\phi 10\text{mm} \times 6\text{mm}$ tの丸棒状のサマリウム-コバルトを互いに隣接する磁極が異なるように埋め込んだ幅 $200\text{mm}$ 、直径 $600\text{mm}$ のアルミニウム製のものとした。

【0034】結果として、すべてのチャージで良好な薄帯が得られた。得られた薄帯は、いずれのチャージとも幅がおよそ $150\text{mm}$ であった。薄帯板厚は、薄帯の重量、長さ、幅および合金の密度( $7.26\text{g}/\text{cm}^3$ )から算出した。薄帯の磁気的特性を評価するために、長手方向で $20\text{m}$ ごとに長さ $200\text{mm}$ のサンプルを採取し、SST装置による鉄損値( $W_{13/50}$ : 1.3テスラー、50Hzでの鉄損値)の測定を行った。

【0035】得られた結果を、表1の試料No. 1~7に示す。1チャージ目の実験結果として、個々の二次冷却ロールと薄帯との接触距離 $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ は、それぞれ表1の試料No. 1に示す通りである。接触距離の総計 $L$ は、 $12\text{cm}$ であった。得られた薄帯板厚が $32\mu\text{m}$ であったことから、二次冷却ロールと薄帯の接触距離の臨界総計値は、(1)式の右辺からの算出値が $10\text{cm}$ で、接触距離の総計 $L$ はこの臨界総計値よりも大きな値であった。鉄損値は、 $0.095 \sim 0.102\text{W}/\text{Kg}$ と良好な値を示した。

【0036】2チャージ目から7チャージ目までの6チャージの実験結果は、表1中の試料No. 2~7に示す。二次冷却ロールと薄帯の接触距離の総計 $L$ は、いずれのチャージとも、(1)式の右辺を用いて算出される臨界総計値以上であった。また、得られた薄帯の鉄損値は、いずれのチャージとも $0.115\text{W}/\text{Kg}$ 以下と良好な値を示した。

#### 【0037】

【表1】

試料 No.		二次冷却ロール			二次冷却ロールと 薄帯の接触距離				鑄 造 結 果	
		材質	個数	径 (cm)	L <sub>1</sub> (cm)	L <sub>2</sub> (cm)	L <sub>3</sub> (cm)	L (cm)	薄帯板厚 (μm)	磁気特性 (V/Kg)
本 発 明 例	1	純銅	3	15	3	6	3	12	32	0.095~0.102
	2	"	"	"	3	6	3	12	40	0.096~0.104
	3	"	"	"	4	10	4	18	41	0.094~0.099
	4	"	"	"	4	10	4	18	61	0.098~0.110
	5	"	"	"	6	13	5	24	59	0.097~0.108
	6	"	"	"	6	13	5	24	79	0.103~0.115
	7	"	"	"	10	18	9	37	81	0.101~0.112
	8	"	2	30	8	7	—	15	40	0.095~0.100
	9	"	"	"	11	9	—	20	60	0.098~0.111
	10	"	"	"	17	13	—	30	61	0.096~0.104
	11	"	"	"	17	13	—	30	80	0.103~0.114
	12	"	"	"	22	16	—	38	78	0.100~0.110
	13	"	1	30	14	—	—	14	41	0.094~0.101
	14	6/4 黄銅	3	15	10	20	9	39	40	0.097~0.104
	15	"	"	"	13	24	11	48	41	0.095~0.101
	16	"	"	30	13	35	11	59	60	0.099~0.112
	17	"	"	"	21	40	19	80	81	0.100~0.115
比 較 例	18	純銅	"	15	1	3	1	5	40	0.131~0.162
	19	"	"	"	3	6	3	12	60	0.139~0.167
	20	"	"	"	4	10	4	18	80	0.142~0.178
	21	6/4 黄銅	"	"	7	15	6	28	41	0.139~0.165
	22	"	"	"	10	20	9	39	62	0.153~0.192
	23	"	"	"	13	24	11	48	79	0.172~0.211

【0038】以上の結果から、二次冷却ロールを用い、  
(1)式を満足する条件で、冷却ロールから巻取りま  
で薄帯を二次冷却することにより、良好な鉄損値を  
有する薄帯の製造が可能となることがわかった。これ  
は、二次冷却ロールにより、巻取る前に薄帯を冷却す  
ることにより、薄帯巻取り時の冷却不良問題を解消できた  
ことによると判断される。

#### 【0039】実施例2

図4に示す大気中単ロール薄帯製造装置を用い、冷却  
ロールと巻取り装置の間に二次冷却ロール2個を用いて、  
5チャージの薄帯製造実験を行った。用いた二次冷却ロ  
ールは、図3(a)に示す冷却ロール17および17'  
の2個を使用した。二次冷却ロールは2個とも純銅製  
で、直径がいずれも30cmのものであった。鑄造を開始  
し、薄帯の先端を巻取りロールに捕捉した直後に、2個  
の二次冷却ロールの表面速度を、冷却ロールの表面速度

と同じに設定し、図3(a)に示した要領で、17およ  
び17'の二次冷却ロールを移動した。なお、17'の  
二次冷却ロールはそのままとした。そして、17、1  
7'の二次冷却ロールが薄帯と接触する距離、それぞれ  
L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>が所定の値になるように、個々の二次冷却ロ  
ールの位置を設定して、薄帯の巻取りを継続した。二次  
冷却ロールと薄帯の接触距離の求め方およびその他の鑄  
造条件は、実施例1と同様とした。

【0040】結果として、すべてのチャージで良好な薄  
帯が得られた。得られた薄帯は、いずれのチャージとも  
幅がおよそ150mmであった。薄帯板厚を算出し、薄帯  
の鉄損値を評価するために、長手方向で20mごとに長  
さ200mmのサンプルを採取した。薄帯板厚の算出方法  
および鉄損値の測定方法は、実施例1と同様とした。

【0041】得られた結果を、表1の試料No. 8~1  
2に示す。二次冷却ロールと薄帯の接触距離の総計L

は、いずれのチャージとも、(1)式の右边を用いて算出される臨界総計値以上であった。また、得られた薄帯の鉄損値は、いずれのチャージとも0.114W/Kg以下と良好な値を示した。

【0042】これらの結果から、二次冷却ロールを用い、(1)式を満足する条件で、冷却ロールから巻取りまでの間で薄帯を二次冷却することにより、良好な鉄損値を有する薄帯の製造が可能となることがわかった。これは、二次冷却ロールにより、巻取る前に薄帯を冷却することにより、これまで存在していた、薄帯巻取り時の冷却不良問題を解消できたことによると判断される。

#### 【0043】実施例3

図4に示す大気中単ロール薄帯製造装置を用い、冷却ロールと巻取り装置間に二次冷却ロール1個を用いて、1チャージの薄帯製造実験を行った。用いた二次冷却ロールは、図3(a)に示す冷却ロール17を使用した。二次冷却ロールは純銅製で、直径が30cmのものであった。

【0044】 castingを開始し、薄帯の先端を巻取りロールに捕捉した直後に、二次冷却ロールの表面速度を、冷却ロールの表面速度と同じに設定し、図3(a)に示した要領で17の二次冷却ロールを移動した。なお、17'および17"の二次冷却ロールはそのままとした。そして、17の二次冷却ロールが薄帯と接触する距離が14cmとなるように、二次冷却ロールの位置を設定して、薄帯の巻取りを継続した。二次冷却ロールと薄帯の接触距離の求め方およびその他の casting 条件は、実施例1と同様とした。

【0045】結果として、幅がおよそ150mmの良好な薄帯が得られた。薄帯板厚を算出し、薄帯の鉄損値を評価するために、長手方向で20mごとに長さ200mmのサンプルを採取した。薄帯板厚の算出方法および鉄損値の測定方法は、実施例1と同様とした。

【0046】得られた結果を、表1の試料No.13に示す。二次冷却ロールと薄帯の接触距離の総計Lは設定通りの値で、(1)式の右边を用いて算出される臨界総計値(12cm)以上であった。また、得られた薄帯の鉄損値は、0.094~0.101W/Kg以下と良好な値を示した。

【0047】これらの結果から、二次冷却ロールを用い、(1)式を満足する条件で、冷却ロールから巻取りまでの間で薄帯を二次冷却することにより、良好な鉄損値を有する薄帯の製造が可能となることがわかった。これは、二次冷却ロールにより、巻取る前に薄帯を冷却することにより、薄帯巻取り時の冷却不良問題を解消できたことによると判断される。

#### 【0048】実施例4

図4に示す大気中単ロール薄帯製造装置を用い、冷却ロールと巻取り装置間に二次冷却ロール3個を用いて、2チャージの薄帯製造実験を行った。用いた二次冷却ロー

ルは、図3(a)に示す冷却ロール17、17'、17"の3個を使用した。二次冷却ロールは3個とも6/4黄銅製で、直径がいずれも15cmのものであった。

【0049】 castingを開始し、薄帯の先端を巻取りロールに捕捉した直後に、3個の二次冷却ロールの表面速度を、冷却ロールの表面速度と同じに設定し、図3(a)に示した要領で、17、17'、17"の二次冷却ロールを移動した。そして、17、17'、17"の二次冷却ロールが薄帯と接触する距離、 $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ が所定の値になるように、個々の二次冷却ロールの位置を設定して、薄帯の巻取りを継続した。二次冷却ロールと薄帯の接触距離の求め方およびその他の casting 条件は、実施例1と同様とした。

【0050】結果として、2チャージとも、幅がおよそ150mmの良好な薄帯が得られた。薄帯板厚を算出し、薄帯の鉄損値を評価するために、長手方向で20mごとに長さ200mmのサンプルを採取した。薄帯板厚の算出方法および鉄損値の測定方法は、実施例1と同様とした。

【0051】得られた結果を、表1の試料No.14および15に示す。二次冷却ロールと薄帯の接触距離の総計Lは、いずれのチャージとも、(1)式の右边を用いて算出される臨界総計値以上であった。また、得られた薄帯の鉄損値は、いずれのチャージとも0.104W/Kg以下と良好な値を示した。

【0052】これらの結果から、二次冷却ロールを用い、(1)式を満足する条件で、冷却ロールから巻取りまでの間で薄帯を二次冷却することにより、良好な鉄損値を有する薄帯の製造が可能となることがわかった。これは、二次冷却ロールにより巻取る前に薄帯を冷却することにより、これまで存在していた、薄帯巻取り時の冷却不良問題を解消できたことによると判断される。

#### 【0053】実施例5

図4に示す大気中単ロール薄帯製造装置を用い、冷却ロールと巻取り装置間に二次冷却ロール2個を用いて、2チャージの薄帯製造実験を行った。用いた二次冷却ロールは、図3(a)に示す冷却ロール17および17'の2個を使用した。二次冷却ロールは、2個とも6/4黄銅製で、直径がいずれも30cmのものであった。

【0054】 castingを開始し、薄帯の先端を巻取りロールに捕捉した直後に、2個の二次冷却ロールの表面速度を、冷却ロールの表面速度と同じに設定し、図3(a)に示した要領で、17および17'の二次冷却ロールを移動した。なお、17"の二次冷却ロールはそのままとした。そして、17、17'の二次冷却ロールが薄帯と接触する距離、 $L_1$ 、 $L_2$ が所定の値になるように、個々の二次冷却ロールの位置を設定して、薄帯の巻取りを継続した。二次冷却ロールと薄帯の接触距離の求め方およびその他の casting 条件は、実施例1と同様とした。

【0055】結果として、2チャージとも、幅がおよそ



150mmの良好な薄帯が得られた。薄帯板厚を算出し、薄帯の鉄損値を評価するために、長手方向で20mごとに長さ200mmのサンプルを採取した。なお、薄帯板厚の算出方法および鉄損値の測定方法は、実施例1と同様とした。

【0056】得られた結果を、表1の試料No. 16および17に示す。二次冷却ロールと薄帯の接触距離の総計Lは、いずれのチャージとも、(1)式の右边を用いて算出される臨界総計値以上であった。得られた薄帯の鉄損値は、いずれのチャージとも0.115W/Kg以下と良好な値を示した。

【0057】これらの結果から、二次冷却ロールを用い、(1)式を満足する条件で、冷却ロールから巻取りまでの間で薄帯を二次冷却することにより、良好な鉄損値を有する薄帯の製造が可能となることがわかった。これは、二次冷却ロールにより、巻取る前に薄帯を冷却することにより、これまで存在していた、薄帯巻取り時の冷却不良問題を解消できたことによると判断される。

#### 【0058】比較例1

図4に示す大気中単ロール薄帯製造装置を用い、冷却ロールと巻取り装置間に二次冷却ロール3個を用いて、3チャージの薄帯製造実験を行った。用いた二次冷却ロールは、図3(a)に示す冷却ロール17、17'、17"の3個を使用した。二次冷却ロールは3個とも純銅製で、直径がいずれも15cmのものであった。

【0059】 castingを開始し、薄帯の先端を巻取りロールに捕捉した直後に、3個の二次冷却ロールの表面速度を、冷却ロールの表面速度と同じに設定し、図3(a)に示した要領で、17、17'、17"の二次冷却ロールを移動した。そして、17、17'、17"の二次冷却ロールが薄帯と接触する距離、 $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ が所定の値になるように、個々の二次冷却ロールの位置を設定して、薄帯の巻取りを継続した。二次冷却ロールと薄帯の接触距離の求め方およびその他の casting条件は、実施例1と同様とした。

【0060】結果として、2チャージとも、幅がおおよそ150mmの薄帯が得られた。薄帯板厚を算出し、薄帯の鉄損値を評価するために、長手方向で20mごとに長さ200mmのサンプルを採取した。なお、薄帯板厚の算出方法および鉄損値の測定方法は、実施例1と同様とした。

【0061】得られた結果を、表1の試料No. 18～20に示す。二次冷却ロールと薄帯の接触距離の総計Lは、いずれのチャージとも、(1)式の右边を用いて算出される臨界総計値より小さい値であった。得られた薄帯の鉄損値は、いずれのチャージとも0.13を超える高い値を示した。

【0062】これらの結果から、二次冷却ロールを用いて巻取る前に薄帯を冷却しても、(1)式を満足しない場合は、薄帯巻取り時の冷却不良問題を起こし、薄帯の

磁気特性は劣化することがわかった。

#### 【0063】比較例2

図4に示す大気中単ロール薄帯製造装置を用い、冷却ロールと巻取り装置間に二次冷却ロール3個を用いて、3チャージの薄帯製造実験を行った。用いた二次冷却ロールは、図3(a)に示す冷却ロール17、17'、17"の3個を使用した。二次冷却ロールは3個とも6/4黄銅製で、直径がいずれも15cmのものであった。

【0064】 castingを開始し、薄帯の先端を巻取りロールに捕捉した直後に、3個の二次冷却ロールの表面速度を、冷却ロールの表面速度と同じに設定し、図3(a)に示した要領で、17、17'、17"の二次冷却ロールを移動した。そして、17、17'、17"の二次冷却ロールが薄帯と接触する距離、 $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ が所定の値になるように、個々の二次冷却ロールの位置を設定して、薄帯の巻取りを継続した。二次冷却ロールと薄帯の接触距離の求め方およびその他の casting条件は、実施例1と同様とした。

【0065】結果として、2チャージとも、幅がおおよそ150mmの薄帯が得られた。薄帯板厚を算出し、薄帯の鉄損値を評価するために、長手方向で20mごとに長さ200mmのサンプルを採取した。なお、薄帯板厚の算出方法および鉄損値の測定方法は、実施例1と同様とした。

【0066】得られた結果を、表1の試料No. 21～23に示す。二次冷却ロールと薄帯の接触距離の総計Lは、いずれのチャージとも、(1)式の右边を用いて算出される臨界総計値より小さい値であった。得られた薄帯の鉄損値は、いずれのチャージとも0.13を超える高い値を示した。

【0067】これらの結果から、二次冷却ロールを用いて巻取る前に薄帯を冷却しても、(1)式を満足しない場合は、薄帯巻取り時の冷却不良問題を起こし、薄帯の磁気特性は劣化することがわかった。

#### 【0068】

【発明の効果】本発明の方法により、アモルファス合金などの急冷凝固薄帯をオンラインで巻取る際の冷却不良問題を解消できるようになったことから、薄帯を高歩留で生産することが可能となった。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の方法を説明するための模式図である。

【図2】本発明の方法の具体例を示す模式図である。

【図3】本発明の方法を実施するための準備方法を説明する模式図である。

【図4】従来の薄帯巻取り方法を説明するための模式図である。

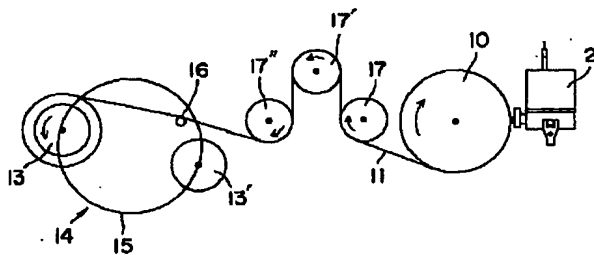
【図5】液体急冷法の一例として、単ロール法を説明するための模式図である。

【図6】液体急冷法の一例として、単ロール法に一部を説明するための模式図である。

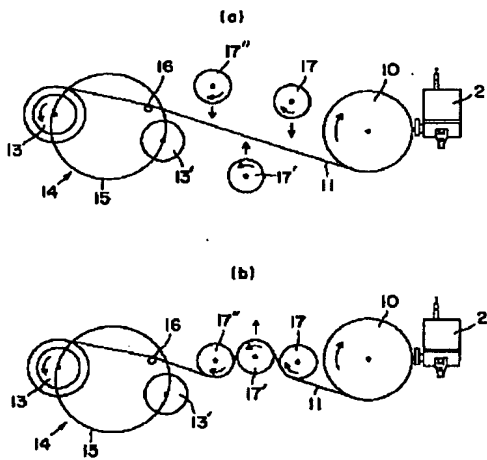
## 【符号の説明】

- 1 溶融金属
- 2 タンディッシュ
- 3 羽口レンガ
- 4 中間ノズル
- 5 ノズルホルダー
- 6 溶湯流路
- 7 ノズルチップ
- 8 ノズルスリット
- 9 ストッパー
- 10 冷却ロール

【図1】



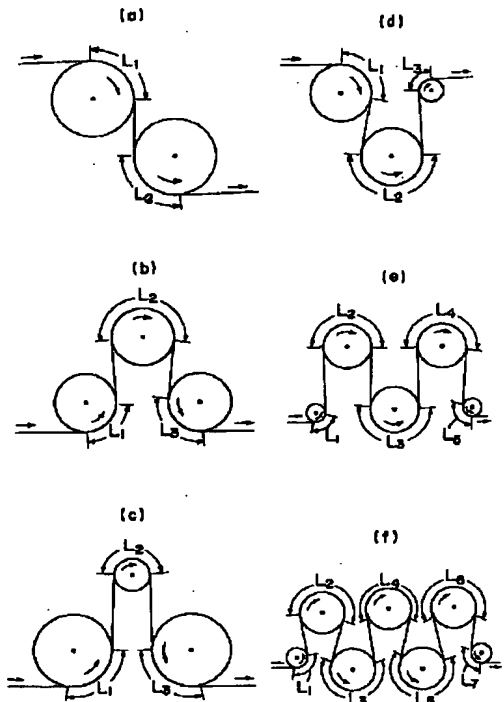
【図3】



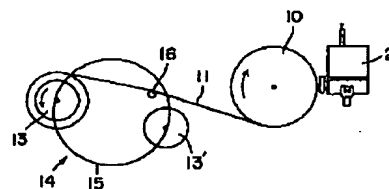
- \* 11 薄帯
- 12 拡大内部空間
- 13 巻取りロール
- 13' 予備の巻取りロール
- 14 巻取り装置
- 15 円盤
- 16 支持ローラ
- 17 二次冷却ロール
- 17' 二次冷却ロール
- 17'' 二次冷却ロール

\*

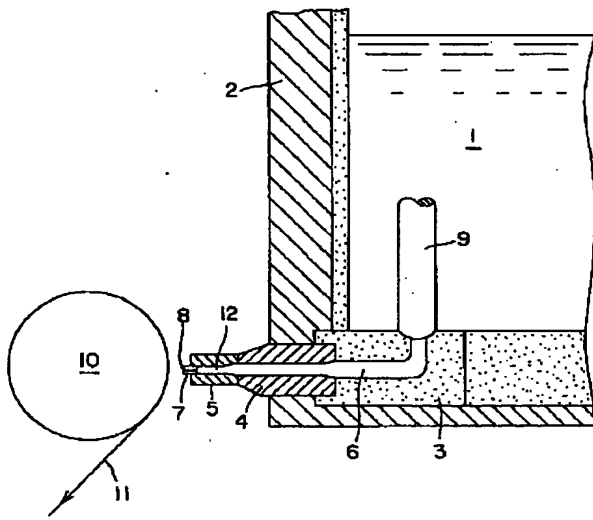
【図2】



【図4】



【図5】



【図6】

